Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Zur Genesis der Salzablagerungen, besonders jener im nordamerikanischen Westen.

Von **F. Pošepný.**

Die wissenschaftliche Erforschung des vor etwa 30 Jahren noch gänzlich unbekannten Gebietes im Westen Nordamerikas schreitet mit beispielloser Raschheit vorwärts, und es dürfte wohl an der Zeit sein, die hier gewonnenen Resultate bei der Behandlung gewisser geologischen Fragen zu berücksichtigen. Durch eine Bereisung dieser Gegenden angeregt, will ich vorläufig nur eine einzelne Erscheinung, welche aber für einen grossen Theil dieses Gebietes einen geradezu charakteristischen Zug repräsentirt, nämlich die unter unseren Augen vor sich gehenden Salzablagerungen, hervorheben, und eine Erklärung einiger, damit zusammenhängender Phänomene in Bezug auf ihre Genesis versuchen. Es betrifft das Gebiet, innerhalb welchem die atmosphärischen Niederschläge keinen Abfluss ins Meer haben, sondern sich auf den tiefsten Stellen des Terrains in Binnenseen von grösserer oder geringerer Beständigkeit und Ausdehnung sammeln, und welches man wegen dem vorwaltenden Steppen- und Wüstencharakters vielleicht am passendsten unter dem Namen westamerikanisches Wüstenbecken zusammenfassen kann.

Der Westen der Vereinigten Staaten von Nordamerika ist im Gegensatze zum Osten ein eminentes Hochland, von den Rocky Mountains im Osten und der Sierra Nevada im Westen begrenzt und von einer grossen Zahl anderer Gebirgsketten durchzogen, liegen seine tiefsten Terrainpunkte in 1180 und 1280 Meter Meereshöhe. Der bei weitem grösste Theil des von der Communication mit dem Ocean ausgeschlossenen Gebietes oder des Wüstenbeckens liegt auf diesem Hochlande und nimmt

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

den Westen von Utah, ganz Nevada, den Südwesten von Oregon und den Nordosten von Californien ein. Ein kleiner Theil davon in Südostcalifornien liegt aber ausserhalb des Hochlandes, und seine tiefsten Punkte reichen sogar 10 und 45 Meter unter den Meeresspiegel. Die von den Wüstenbecken eingenommene Fläche ist ungefähr so gross, wie jene der österreichisch-ungarischen Monarchie, und besteht eigentlich aus drei Complexen: jenem von Utah, dem davon getrennten Becken von Nevada sammt einigen Theilen von Oregon und Californien, und dem südcalifornischen Tieflandbecken.

Am besten bekannt ist das Wüstenbecken von Utah, welches sich zwischen dem Wahsatch-Gebirge und einer an der Grenze von Nevada liegenden Terrainanschwellung erstreckt.

Das ganze Terrain ist ein Wechsel von nahezu parallelen Gebirgsketten und flachen breiten Thälern. Erstere erheben sich 1000 bis 1800 Meter über die letzteren, so dass die Kämme etwa 3000 Meter über dem Meere liegen. Die Gebirgsketten bestehen vorwaltend aus paleozoischen Schichtgesteinen mit zahlreichen Eruptivgesteinsdurchbrüchen, die Ebenen sind aber aus ganz jungen, nahezu horizontalen, vorwaltend recenten Ablagerungen zusammengesetzt. Von mezozoischen Bildungen ist bloss Trias, in den Humboldmountains in der Facies von Hallstädter Kalk nachgewiesen worden.

Jura, Kreide und die ältere Tertiärformation, welche jenseits des Wahsatch in grosser Entwicklung angetroffen wurde, fehlt im Bereiche des eigentlichen Wüstenbeckens gänzlich. Die Breite der Thäler beträgt häufig über 20, oft an 30 Kilometer, das Gefälle der sie entwässernden Flüsse ist in der Regel sehr gering, der Wasserverlauf ein ganz merkwürdiger, indem der Fluss bei dem Übergange aus einem Thale in das andere seinen Lauf in ganz entgegengesetzter Richtung nimmt; so dass zuweilen wie beim Sevier- und Bear-Flusse der Unterlauf trotz des mehrere Hundert Kilometer weit zurückgelegten Weges nicht fern vom Oberlaufe zu liegen kommt. Vergleicht man ferner die geologische Zusammensetzung und die Tektonik dieser beiden Factoren, der Gebirgszüge und der Thäler mit einander, so kommt man zu der Überzeugung, dass man es mit einem Thal- und Gebirgssysteme zu thun hat, dessen Thäler nachträglich

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

versehlämmt wurden, wobei gegenwärtig nur die Gipfel und Kämme der einstigen grossartigen Gebirgsketten aus den Absätzen hervorragen. Es muss hier offenbar einst ein sehr regelmässiges Flussnetz bestanden haben, welches, wie die Erosionswirkungen andeuten, mit dem Meere communicirte, und welches erst nachträglich, ja sogar in einer verhältnissmässig jungen Zeitperiode, von Störungen getroffen wurde, welche die einzelnen einst zusammenhängenden Flussläufe trennten und die Verbindung mit dem Meere unterbrachen.

Das Gebiet hat vier grössere Seen, wovon zwei: der Utah- und Bear-See einen Abfluss haben, mithin Süsswasser enthalten, die andern zwei, der Sevier und der Grosse Salzsee sind hingegen echte Salzseen. Den tiefsten Punkt des Terrains nimmt der Grosse Salzsee ein, während der Sevier-See etwa 120 Meter höher liegt. Letzterer hatte einst einen Abfluss, dessen Spuren noch gegenwärtig in dem sogenannten Old River bed wahrgenommen werden können, und enthielt also einst, ebenso wie jetzt der Utah See süsses Wasser.

Jedem denkenden Besucher dieser Gegend sind die ausgezeichnet erhaltenen alten Uferlinien aufgefallen, welche rings um das Seebecken verlaufen, und es waren die Geologen der Wheeler'schen Expedition, welche dieselben zum Gegenstande eines eingehenden Studiums machten. Die höchste dieser Uferlinien wurde in der Höhe von 295 Meter über dem Spiegel des Grossen Salzsees, welcher im Mai 1873 mit 1283 Meter Seehöhe bestimmt wurde, gefunden, und damit auch der höchste Stand der Gewässer in diesem Becken fixirt. Das Ufer dieses grossen Binnensees, welchem J. K. Gilbert zu Ehren B. L. E. Bonneville's der 1833 zuerst zuverlässige Nachrichten über die Umgebung des grossen Salzsees lieferte, den Namen Bonneville-See gab, reichten natürlich weit in die den grossen Salzsee umgebenden Thäler, und umschlossen sowohl den Utah als auch den Sevier-See.[1] Der Grosse Salzsee hat eine Fläche von circa 5000 Quadratkilometer, also ungefähr die Grösse von Österr.-

[1] Report upon Geogr. and Geol. Explorations and Surveys West of the 100th. Meridian in Charge of Lieut. Geo. M. Wheeler, III Volum. Geology pag. 88.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Schlesien. Der Bonneville-See hatte nach J. K. Gilbert 46.000 Quadratkilometer, bedeckte also eine neunmal grössere Fläche. Ersterer hatte eine Maximaltiefe von 11, und eine durchschnittliche Tiefe von 4 Meter, wogegen sich dieselben Dimensionen bei dem Bonneville-See mit circa 306 und 120 Meter ergeben, so dass sich die Volumen beider wie 1 : 280 verhalten.

Die Absätze des Bonneville-Sees sind vorzugsweise Mergel, welche einestheils in oolitische Sandsteine, anderentheils in Salzthone übergehen. Sie enthalten Petrefacte von einer geringen Zahl von Arten, aber einer grossen Zahl von Individuen. Es sind vorzüglich *Limnaea desidiosa* Say., *Pomatiopsis lustrica* Say., *Amnicola cincinnatiensis* Anth., *Succinea lineata* Binn und *Cypris?* Durchaus recente Formen, und zwar Land- und Süsswasserbewohner. Wollte man, wie dies wohl zuweilen geschieht, aus dem Charakter dieser Fossilreste auf die Beschaffenheit des Bonneville-See Wassers schliessen, so müsste dieser Süsswasser enthalten haben. Dieser Schluss wäre aber ganz ungerechtfertigt, denn man findet dieselben Fossilien in den gegenwärtigen Absätzen ganz entschiedener Salzseen, in denen überhaupt kein organisches Leben mehr möglich ist. Sie sind nämlich von den Flüssen, die in den See münden, eingeschwemmt worden, wie z. B. am Sevier-See, wo J. K. Gilbert nebst Fischen und von Bibern angenagten Holzscheitern auch Land- und Süsswasser-Schnecken fand (*Limnaea desidiosa* Say., *L. palustris* Müll., *Physa heterostropha* Say. und *Carnifex newberryi* Lea).

An mehreren Punkten fand J. K. Gilbert unterhalb der Absätze des Bonneville-Sees Anhäufungen von Geröllen, welche durch Flüsse hertransportirt wurden, bevor der Seespiegel die höchste Uferlinie erreichte, und er schliesst daraus auf ein allmäliges Wachsen des Sees. Wir haben somit einzelne Daten aus der Zeit des Wachsens und des Maximums des Bonneville-Sees, sowie Daten über die Periode der Abnahme bis zu dem gegenwärtigen durch den Salzsee repräsentirten Stadium gewonnen.

Nun ist aber die Grösse der Wasseransammlung innerhalb eines abgeschlossenen Beckens die directe Folge der jeweilig herrschenden klimatischen Verhältnisse. In der ersten Periode war die Menge der Niederschläge grösser, als die Grösse der

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Verdampfung und die Wassermasse des Binnensees nahm fortwährend zu bis zu einem gewissen Maximum, auf welchem es sodann durch längere Zeit stationär blieb. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass der See in diesem Niveau einen Abfluss fand, denn es werden von mehreren, mit den Höhenverhältnissen des Terrains vertrauten Personen Punkte namhaft gemacht, an welchen ein solcher Abfluss stattfinden konnte. Indessen ist dieser Gegenstand doch noch nicht ganz festgestellt.

Diese Periode grösseren Niederschlages oder geringerer Temperatur bringt man nun mit der Eiszeit der ostamerikanischen und europäischen Geologen in Zusammenhang. Die Spuren derselben wurden überdies in alten Moränen einiger das Becken von Utah umgebenden Hochgebirge nachgewiesen.

Das Klima der Eiszeit wird überhaupt durch eine, im Verhältnisse zum Breitegrade geringere mittlere Jahrestemperatur charakterisirt. Wenn die Sommerwärme nicht hinreicht, den Winterschnee zu schmelzen, so entstehen andauernde Schneeansammlungen und Gletscher, mag dies durch Erniedrigung der Sommertemperatur, oder durch Erhöhung der Winterniederschläge erfolgt sein. In Rücksicht auf die Entstehung der Wasseransammlung im Bonneville-See muss man also auf eine Periode des Wachsthums der atmosphärischen Niederschläge oder auf eine Verminderung der Verdampfung, und, was nahezu dasselbe ist, auf eine Periode grösserer Feuchtigkeit oder einer verringerten Temperatur der Atmosphäre schliessen.

Es folgte die Periode der Abnahme der Gewässer dieses Binnensees, indem sich ein trockenes Klima einstellte, welches bis in die Gegenwart anhielt, und welches den Bonneville-See auf den 280. Theils eines Volums einzuengen vermochte. Seit Stansburry's Aufnahme des Grossen Salzsees im Jahre 1858 ist zwar sein Spiegel um nahezu 4 Meter gestiegen, dies dürfte aber eher eine vorübergehende Fluctuation, als einen totalen Umschwung der klimatischen Verhältnisse bedeuten.

In der Geschichte dieses Gebietes machen sich also folgende Stadien bemerkbar.

Durch lange Zeiträume war das Terrain ein Alpenland mit hohen Gebirgsketten und einem regelmässigen Thalsysteme, dessen Gewässer sich ins Meer ergossen.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Darauf folgte die Verlegung der Abflüsse gegen das Meer, es bildete sich ein Binnenbecken, in welches die Flüsse einmündeten, wobei die Thalsohlen mit Gesteinsdetritus verschlämmt wurden.

Klimatische Verhältnisse hatten ein Steigen und Fallen des Wasserspiegels in dem Binnensee zur Folge, und es ist nicht unwahrscheinlich, dass der See bei seinem höchsten Stande einen Abfluss ins Meer hatte.

Diese Periode, innerhalb welcher die Verdampfung die Menge des atmosphärischen Niederschlages nicht bewältigen konnte, dürfte in derselben Zeit stattgefunden haben, innerhalb welcher in grösseren Breiten des Continents eine Vereisung platzgegriffen hat.

In den darauf folgenden Zeiträumen kam ein wärmeres Klima zur andauernden Herrschaft, die Wassermenge wurde durch Überwiegen der Verdampfung über den jährlichen Niederschlag reducirt, und die chemisch gelösten Bestandtheile je nach dem Grade des Sättigungsverhältnisses der einzelnen Salze entweder ausgeschieden, oder in Lösung erhalten.

Von dem Wasser der beiden Seen besitzt man nicht gleichzeitig angestellte Analysen, jene vom Grossen Salzsee von L. D. Gale stammt aus dem Jahre 1850, also aus einer Zeit, wo der Wasserspiegel niedriger stand, als im Jahre 1872 dem Zeitpunkte der von O. Loew angestellten Analyse des Sevier-See-wassers.

	Grosser Salzsee		Sevier-See	
	in 100 Thl. Wasser	in 100 Thl. Salz	in 100 Thl. Wasser	in 100 Thl. Salz
Chlornatrium.	20·20	90·65	6·23	72·11
Chlormagnesium.....	0·25	1·11	1·03	11·92
Chlorcalcium.....	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.
Schwefelsaures Natron.	1·83	8·24	1·34	15·51
Schwefelsaurer Kalk ..	.....	.....	0·04	0·46
	22·28	100·00	8·64	100·00

Dass die Zusammensetzung dieser beiden seit langen Zeiträumen getrennten Seen nicht gleich ist, wird nicht überraschen,

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

wohl aber das ungleiche Verhältniss der Chlorverbindungen zu einander.

Frémont beobachtete 1845 an einer seichten Stelle am Westufer des Grossen Salzsees einen Salzabsatz, der indessen bei der nächsten Überfluthung durch das nicht gänzlich gesättigte Wasser aufgelöst werden musste. Gilbert machte darauf aufmerksam, dass in den Sanden des Sevier-Seestrandes Salzabsatz vor sich geht, trotzdem das Seewasser noch weit von dem Sättigungspunkte entfernt ist. Er suchte dies durch die Annahme zu erklären, dass in trockenen Zeiten die Wassercirculation in dem Strandsand einen verkehrten Verlauf nimmt, indem Seewasser in die Sande strömt und dabei durch die hier energischer wirkende Sonnenwärme concentirt wird. Die allenfällig auf diesem Wege entstandenen Absätze mussten aber in feuchten Zeiten, wo süsses oder nur schwach salziges Wasser dem See zuströmt, ebenfalls gelöst werden.

Innerhalb des Utahbeckens bestanden ferner mehrere kleinere Seen, wovon einige bereits ganz ausgetrocknet worden sind.

Das Wüstenbecken von Nevada zeigt einen analogen Bau, wie er soeben skizzirt worden. Die beiden Elemente, die Gebirgsketten, und die zwischen denselben eingeschlossenen Thalebenen haben nahezu dieselbe Zusammensetzung und zeigen einen in den Hauptzügen ganz gleichen Bau. Auch hier sind alte Uferlinien vielfach beobachtet worden, nur ist der Gegenstand noch nicht zusammenhängend dargestellt worden. Wahrscheinlich wird dies durch die Expedition von Cl. King zur Erforschung des Terrains am vierzigsten Parallelkreis geschehen sein, indessen ist der geologische Theil des Berichtes noch nicht publicirt worden.

Es existiren hier mehrere grössere Salzseen, so besonders an dem Ostgehänge der Sierra Nevada, wo in einer Meereshöhe von 1180 Meter der Humbold- und Carson-, und um einiges höher der Pyramid- und Walker-See ziemlich nahe an einander gedrängt sind. Es wird somit die tiefste Stelle des Terrains nicht von einem, sondern von mehreren Seen eingenommen.

In derselben Gegend sowohl, als auch in den meisten östlicher gelegenen Thalebenen finden sich eingedampfte Salzseen ziemlich häufig. Sie präsentiren sich als Salzsümpfe, welche bloss

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

in der feuchten Jahreszeit etwas Wasser enthalten, sonst aber trocken sind, und werden durch Salzefflorescenzen und Incrustationen bezeichnet, welche den Gegenstand der an mehreren Punkten eingeleiteten Salzgewinnung bilden. Man begnügt sich, diese Salzkrusten, die sich in einigen Tagen oder in einigen Wochen wieder ersetzen, zu sammeln und hat noch auf keinem Punkte die feste Salzlage angegriffen, welche in geringer Tiefe die Salzthone unterlagert. Die bedeutendsten Salzwerke befinden sich am Sandspring Marsh und Big Salt Valley in der Grafschaft Churchill, sowie im Silver Peak und Columbus-Districte in der Grafschaft Esmeralda. Die Mächtigkeit der eigentlichen Salzlager ist noch nirgends bekannt. Man hat an einigen Stellen etliche Meter in ihnen abgeteuft, ohne sie zu durchbrechen, so dass ihre Mächtigkeit jedenfalls eine grössere sein muss.

Das südcalifornische Wüstenbecken ist verhältnissmässig noch wenig bekannt. Es tritt hier die grösste Erhebung innerhalb des Gebietes der Vereinigten Staaten der Mount Whitney mit 4570 Meter ganz nahe an die tiefste Senkung, an das 45 bis 53 Meter unter dem Meeresspiegel liegende Death Valley. Längs der ganzen parallel mit der Sierra Nevada verlaufenden Depressionslinie greift, wie dies übrigens auch im westlichen Theile des Nevadabeckens der Fall ist, die Thätigkeit der Mineralquellen mannigfach in die salinaren Absätze, wie z. B. die Analyse des Wassers eines der hier häufigen Salzseen zeigt.[1] Nach O. Loew gaben 100 Liter des Wassers aus dem Owens-See 6360 Gramm Salze, also 5·87%.

	In 100 Litern Wasser	In 100 Theilen Salz
Chlornatrium	2328·30	36·62
Kohlensaures Natron ...	2446·80	38·40
Schwefelsaures Natron ..	929·07	14·57
Schwefelsaures Kali	644·87	10·14
Kieselsäure	17·21	0·27
	6360·25	100·00

[1] Petermann's Monatshefte, 1877., pag. 134.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Salzefflorescenzen, Salzsümpfe und Salzablagerungen, ähnlich jenen von Nevada, sind auch hier nicht selten. Den südlichsten Theil des Gebietes bildet die sogenannte Coloradowüste, eine einförmige, stellenweise vom Flugsande bedeckte Ebene, deren tiefste Stellen einige Meter unter dem Meeresniveau liegen, und die bloss durch einen niedrigen Damm vom Coloradoflusse und dem Busen von Californien getrennt ist. Die Verhältnisse sind jenen des todten Meeres in Palestina gegenüber dem rothen Meere in vielfacher Beziehung ähnlich, und man kann hier sogar mit grösserer Zuversicht von einem abgetrennten Meeresarme sprechen, als im Jordanbecken. Nach W. P. Blake[1] ist die Coloradowüste ein durch das Delta des Coloradoflusses von dem Meerbusen von Californien abgetrennter Theil, in welchem sich die alten Uferlinien ausgezeichnet erhalten haben.

Die Petrefacte der Absätze sind zwar auch hier Süsswasserthiere, doch wurde auch ein Fossil *Guathodon Lecontei* gefunden, welches im salzigen oder mindestens brakischen Wasser gelebt haben dürfte. Hier liegt also ein deutlicher Beweis vor, dass einst salziges oder brakisches Wasser das Becken erfüllte.

Da nun auch die Coloradowüste ein eingedampftes Salzwasserbecken repräsentirt (Salz- und Gypslager finden sich am Carrizo Creek im Taheechaypah-Thale etc.), so gewinnt dieser Umstand für die Erklärung des Salzgehaltes eine gewisse Wichtigkeit.

Ohne auf ganz veraltete, die Vorgänge der Jetztzeit nicht berücksichtigende Ansichten zurückzugreifen, bemerke ich, dass gegenwärtig wohl nicht mehr daran gezweifelt werden kann, dass die Urquelle der dem festen Gestein fremden Chlorverbindungen der Alkalien und der Erden in dem Meere zu suchen ist. Die Ansichten können nur über die Art und Weise, wie die Übertragung dieser Substanzen aus dem Meere auf das Festland geschah, auseinander gehen.

Ein Ausgangspunkt ist aber allen diesen Erklärungen gemeinschaftlich, nämlich, dass diese leicht in Wasser löslichen Verbindungen nur da in fester Form entstanden, wo ihnen

[1] Geological Reconnaissance in California. New-York 1858, pag. 235.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

das Wasser entzogen werden konnte, und einmal gebildet, sich nur dann erhielten, wenn zu ihnen kein Lösungsmittel Zutritt fand. Die erste Bedingung trifft aber nur in Gebieten ein, welche keinen Abfluss haben, in vom Meere abgeschlossenen Becken, wenn die klimatischen Verhältnisse derartig beschaffen sind, dass auf der abgeschlossenen Fläche mehr Feuchtigkeit verdampft, als derselben durch den atmosphärischen Niederschlag zugeführt wird. In diesem Falle wird sich die Masse des in dem Becken angesammelten Wassers stetig vermindern, und schliesslich wird der Sättigungsgrad erreicht, bei welchem diese oder jene Substanz nicht mehr in Lösung bleiben kann, sondern sich in fester Form ausscheiden muss. Die Concentration der Lösungen erfolgt, wenn auch in einem minderen Grade, auch in jenen abgeschlossenen Becken, wo der Niederschlag die Verdampfung überwiegt, nur kann der Process nicht wie im ersteren Falle zur gänzlichen Austrocknung der Binnenseen führen. Das Wüstenbecken von Utah hat, wie wir gesehen haben, beide Stadien durchgemacht. In einer wahrscheinlich der Eiszeit entsprechenden Periode war der Spiegel des Bonnevillebeckens im Steigen begriffen, und es erfolgte, da trotzdem eine Verdampfung stattfand, eine gewisse Concentration seiner aufgelösten Bestandtheile. Wenn aber, wie es ziemlich wahrscheinlich ist, der See so hoch stieg, dass er einen Abfluss in das nächste Flussgebiet erhielt, so wurden diese bereits angehäuften Salze aus demselben entfernt, und er wurde ein Süsswasser-See. In der zweiten Periode war der Seespiegel im stetigen Sinken begriffen, es entstanden mehrere isolirte Wasserbecken, die kleineren wurden mit der Zeit vollständig eingedampft, der grösste und tiefstgelegene ist aber erst bei einer Concentration von 22% angelangt.

Die sogenannten Salzmoräste von Nevada zeigen uns das letzte Stadium dieses Processes, wo nämlich an einer Bedeckung des bereits ausgeschiedenen Salzkörpers gearbeitet wird. Der in der feuchten Jahreszeit eingeschwemmte Detritus ist, dem geringen Gefälle der Gewässer entsprechend, ziemlich fein. Die Feuchtigkeit ist aber noch immer im Stande, durch denselben zum Salzkörper zu gelangen, einen Theil des letzteren zu lösen, welcher sodann durch die Capilarität an die Oberfläche gelangt und die

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Efflorescenzen und Incrustationen bildet. Diese werden schliesslich so bedeutend, dass das ankommende süsse Wasser bald durch sie gesättigt wird, und vom Salzkörper nichts mehr auflösen kann, während durch den fortwährend eingeschwemmten Detritus die Decke continuirlich verstärkt werden muss.

Der Vorgang der Salzansammlung und Ablagerung kann im amerikanischen Westen ganz gut beobachtet werden, nachdem wir hier aber so manches neue diesbezügliche Detail in Erfahrung gebracht haben, müssen wir uns an die Frage wagen, woher denn überhaupt das Salz des Wüstenbeckens komme.

Die einfachste Erklärung, es aus der Eindampfung eines abgetrennten Meeresarmes abzuleiten, könnte höchstens bei dem südcalifornischen Becken zur Anwendung kommen, da dafür die gesammten Terrainverhältnisse und das Vorhandensein von Salzwasserpetrefacten im Untergrunde sprechen. Für den grössten Theil des Wüstenbeckens ist diese Erklärung unmöglich. Erstens ist die Höhendifferenz zwischen dem Meeresspiegel und den Salzbildungen des Hochlandes eine derartig grosse, dass von einer Verbindung des Wüstenbeckens mit dem Meere gar nicht geredet werden darf, und zweitens müsste man denn doch auch die Spuren des Meeres durch die Existenz von Salzwasserpetrefacten in den ältesten Beckenablagerungen angetroffen haben, was nur dort geschehen ist, wo eben die übrigen Terrainverhältnisse schon für die einst stattgefundene Verbindung mit dem Meere sprechen, nämlich in Südcalifornien. Ja, wenn wir weiter zurückgreifen wollen, so hören die Meeresbildungen in West-Amerika mit dem Ende der Kreide und dem Anfange des Eocen auf, und je jünger die weiteren Tertiärbildungen sind, desto entschiedener sind sie Süsswasserabsätze. Postpliocene Meeresbildungen sind nur an der Küste des stillen Oceans und marines Miocen bloss aus dem centralcalifornischen Becken bekannt. Auf dem Hochlande selbst fehlt jede Spur von marinen Fossilien.

Die Ableitung der mächtigen Salzlagerstätten aus dem Salze des in abgeschnittenen Meeresarmen vorhandenen Seewassers hat aber auch anderwärts seine Schwierigkeiten. Eine einfache Rechnung zeigt, das aus einem Meerwasser mit $3 \cdot 5\%$ Salzgehalt aus jedem Meter Wassersäule 14 Millimeter Salze abgesetzt werden können, dass mithin eine Wassersäule von z. B. 100 Meter

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

erst 1·4 Meter an Salz liefert, und dass die grösste bekannte Meerestiefe von 13620 Meter erst 191 Meter Salz repräsentirt. Auf diese Art sind die mächtigeren Salzabsätze nicht zu erklären, und man musste annehmen, dass das Meerwasser zeitweilig Zutritt zu dem abgeschlossenen Becken gefunden habe, wie dies thatsächlich an einigen Limans des asovischen Meeres beobachtet werden kann. Dabei ist aber zu bemerken, dass die Limans sehr flache Becken sind, und dass sich in ihnen keine mächtigen Salzlagerstätten bilden können.

Unter den seichten, mit dem Meere communicirenden Busen kann man sich auch den Fall denken, dass der, beide trennende Damm bloss die Strömung der obersten, nicht aber der tieferen Wasserschichten gestattet. Da die Verdampfung in dem seichten Busen während des Sommers jedenfalls grösser ist, als in dem Meere, so würde eine Strömung in den Busen entstehen, um die verdampfte Wassermenge zu ersetzen.

Wenn keine Gegenströmung stattfinden kann, um das concentrirtere Wasser der Bucht in das Meer zurückzuführen, so müsste sich an dem Boden des Busens ein concentrirteres Salzwasser ansammeln. Dieser Fall soll an einigen Buchten des Kaspisee factisch eintreten, besonders an dem sogenannten Karabugas; nur ist die Erscheinung noch nicht eingehender studirt worden, um bestimmt sagen zu können, ob dieser Concentrationsprocess bis zum Salzabsatze führt. Vor Kurzem ist dies von C. Ochsenius[1] benützt worden, um sämmtliche Salzlagerstätten durch eine Verdampfung solcher continuirlich vom Meere gespeister Reservoirs zu erklären, denen die Mutterlaugensalze fehlen.

Wenn die Folgerungen aus den bisherigen Beobachtungen dieses Processes richtig sind, dann würde man allerdings im Stande sein, die Entstehung von, der verhältnissmässig geringen Tiefe solchen Busen entsprechender Salzlagerstätten und der darin vorkommenden Petrefacte befriedigend zu erklären. Wollte man aber diese Erklärung auch auf die mächtigen Salzablage-

[1] Die Bildung der Steinsalzlager und ihrer Mutterlaugensalze unter specieller Berücksichtigung der Flötze von Douglashall in der Egelschen Mulde. Halle 1877.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

rungen ausdehnen, so müsste man eine ganze Reihe von Factoren hypothetischer Natur eingreifen lassen, und hiedurch die Sache so compliciren, dass sie sich zur Aufklärung von Processen allgemeiner Verbreitung nicht mehr eignen würde.

Nun hat man in mehreren Becken salzhaltige Flüsse beobachtet, welche sich in die abflusslosen Seen ergiessen, so der Jordan in das todte Meer die Charysacha und der Gorkij Jerik in den Eltonsee etc. und musste die Existenz bereits fertiger Salzlagerstätten in der Gegend, durch welche diese Flüsse laufen, annehmen. In mehreren Fällen existiren factisch ältere Salzablagerungen in den Wüstenbecken, so in der Nähe des Eltonsees die permischen Ablagerungen des Čapčači-Salzberges, in der Nähe des todten Meeres die zur Kreide gerechneten Absätze des Djebel Usdum, und im Bereich des grossen Salzseegebietes die triassischen Salze am Fusse des Wahsatchgebirges.

In anderen Fällen verwies man auf unterirdische nicht bis auf die Oberfläche reichende Salzablagerungen, deren Bestandtheile durch Mineralquellen heraufgebracht wurden. In der That sind salzhältige Mineralwässer in mehreren vom Meere abgeschlossenen Binnenbecken nachgewiesen worden, so auch in dem westamerikanischen Wüstenbecken, allerdings unter Verhältnissen, die es zweifelhaft machen, ob der Salzgehalt wirklich aus älteren Bildungen und nicht aus den Salinarabsätzen des Beckens selbst stammt.

Endlich wurde auch angenommen, dass der Salzgehalt der Flüsse aus den Chlorverbindungen herrühre, welche in einem sehr geringen Masse allen Gesteinen beigemengt gefunden werden. Hiezu wäre nur zu bemerken, dass diese in den Gesteinen gefundenen Chlorverbindungen auch umgekehrt von der dieselben in geringen Mengen enthaltenden Gesteinsfeuchtigkeit, welche eben aus diesen Gewässern stammt, abgeleitet werden können. Übrigens müssten diese in geringen Mengen im Gesteine verbreiteten Chlorverbindungen doch schliesslich einmal von den durch dieselben circulirenden Flüssigkeiten aufgelöst worden sein.

Wenn wir ein einziges salzführendes Gebiet vor Augen haben, so wird eine oder die andere Art der Erklärung hinreichen. Wenn wir aber bedenken, dass sich das Salz in einem jeden

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

abgeschlossenen Becken zeigt, seine „Verzalzung" herbeiführend, wie man sich oft ganz bezeichnend ausgedrückt hat, so müssen wir zugeben, dass die Gegenwart der älteren Salzablagerungen doch nur eine Zufälligkeit sei, und dass die constante Versalzung eines jeden abgeschlossenen Beckens doch von dem Untergrunde unabhängig sein müsse. Wir können recht gut begreifen, warum, und wie sich die Auflösungsproducte der Gesteine in dem Becken einstellen, nicht aber, wie dies hinsichtlich der Chlorverbindungen, welche eben die grösste Menge der in den Seen gesammelten Stoffe ausmachen, der Fall sein kann. Es ist überhaupt merkwürdig, dass man gerade bei den vor unseren Augen vor sich gehenden Salzansammlungsprocessen genöthigt ist, behufs ihrer Erklärung die Existenz von älteren Salzlagerstätten in Anspruch zu nehmen. Mag man dabei auf factisch zu Tage ausgehende oder auf unterirdische und unbekannte Lagerstätten denken, immer wird durch diese Annahme die Fremdartigkeit der Chlorverbindungen gegenüber der Substanz der die Gebirge und Ebenen hauptsächlich zusammensetzenden Gesteine anerkannt. Diese den Vorgängen der Jetztzeit entnommene Erklärung müsste man aber auch für die älteren Salzablagerungen gelten lassen, und consequent jede nächstjüngere Ablagerung aus der nächstälteren ableiten. Schliesslich würde man denn doch die älteste Salzlagerstätte erreichen, und auf dem veralteten Standpunkte der Annahme eines Ursalzlagers anlangen, zu dessen Erklärung man kaum mehr eine positive Thatsache zu Grunde legen könnte. Die Theorie der Auslaugung älterer Salzabsätze beantwortet überhaupt nicht die Frage nach der Entstehung der jüngeren Salzniederlagen, sondern weicht derselben, eine einfache Wanderung der Substanzen von einem Orte zum andern annehmend, vielmehr aus, indem sie die endgiltige Erklärung von Formation zu Formation hinausschiebt, ohne für das Ursalzlager einen Beweis geben zu können.

Die Theorie der Verdampfung abgeschnittener Meeresarme hätte noch den Vortheil, dass sie wenigstens den Absatz geringmächtiger Lagerstätten aus der unerschöpflichen Quelle, dem Meere, zu erklären im Stande ist.

Nun zeigt es sich aber, dass die Chlorverbindungen in allen Wässern des Festlandes sowohl in Flüssen und Seen, als auch

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

in Quellen in geringen Mengen vorhanden sind. Darüber existiren ganze Reihen von analytischen Belegen. Ich erwähne nur die seinerzeit vollständig gewesene Zusammenstellung von G. Bischof. Es wurde gefunden, dass die Gewässer der verschiedenen Flüsse Europa's in einem Kubikmeter 100 bis 360 Gramm chemisch aufgelöste Bestandtheile, darunter 1 bis 30% Chlorverbindungen enthalten. Letzterer Percentsatz wurde am Unterlauf der Themse beobachtet, und von G. Bischof der Vermischung mit Meerwasser zur Zeit der Fluth zugeschrieben.

O. Loew bestimmte den Gehalt des Rio Grande-Wassers in Neu-Mexiko auf 157 Gramm fester Bestandtheile im Kubikmeter, worunter 28% Chlornatrium. Im Wasser des Jordans in Palästina wurden sogar von Bouteon Chartaud u. O. Henry 1052 Grm. per Kubikmeter gefunden, darin 74% Chlorverbindungen.

Man hat geglaubt, diese Chlorverbindungen in Flusswässern aus dem Consum und der industriellen Verarbeitung von Salz ableiten zu können. Es zeigt sich aber dieser Gehalt auch in Gegenden, die eine sehr geringe und wenig Salz consumirende Bevölkerung haben, wie z. B. am Rio Grande in Neu-Mexiko.

Eine ziffermässige Darstellung des Salzgehaltes offener Becken hat wohl viele Schwierigkeiten, doch besitzen wir einige werthvolle Daten aus dem Becken von Böhmen.

Nach der diesbezüglichen Zusammenstellung von Dr. Breitenlohner[1] beträgt das Niederschlagsgebiet der Elbe bis zu ihrem Austritt aus Böhmen 50.000 Quadratkilometer, und die in dem Zeitraume von Anfang Juli 1871 und Ende Juni 1872 durch die Elbe abgeflossenen Wassermenge berechnet sich auf Grund von Messungen und Pegelbeobachtungen auf 6000 Millionen Kubikmeter, nach Prof. Harlacher's Calcül höchstens den vierten Theil der auf dieses Gebiet in diesem Zeitraume gefallenen Niederschlagsmenge.

Es ist eine Wassersäule von 0·48 Meter niedergeschlagen worden, wovon 0·34 Meter verdampfte und 0·14 Meter abfloss.

Um die Menge der gelösten und suspendirten durch die Elbe aus Böhmen fortgeführten Stoffe zu erfahren, wurden von Monat zu Monat, sowie bei einem jeden ungewöhnlichen Wasserstande

[1] Verhandlungen der k. k. geol. Reichsanstalt. 1876, pag. 172.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

der Elbe Wasserproben genommen und von Dr. Breitenlohner analysirt. Auf 6000 Millionen Kubikmeter berechnet, betrug die Menge der suspendirten Stoffe 547·000 und die Menge der gelösten Stoffe 622·680, zusammen 1,169.820 metrischer Tonnen. Der Chlornatriumgehalt, der uns besonders interessirt, beziffert sich auf die überrasehend grosse Menge von 25.320 Tonnen.

Nun ist Böhmen ein Land, welches nachweisbarermassen keine Salzlagerstätten enthält, sondern nur einige Mineralquellen, welche unter anderen Substanzen eine geringe Menge von Chlorverbindungen führen. Der Salzconsum, der jährlich etwa 8000 Tonnen beträgt, und die Mineralquellen repräsentiren die beiden nachweisbaren Quellen der Chlorverbindungen

Um die letztere Menge annähernd zu bestimmen, müssten über die Wassermengen der salzreichsten Mineralquellen genauere Daten vorliegen. Indessen kennen wir den Gehalt an Chlorverbindungen aus zahlreichen Analysen, und es stellt sich heraus, dass Karlsbad den grössten Antheil an diesen Stoffen liefert. Die Karlsbader Wässer enthalten im Kubikmeter 5270 Gramm Salze darunter 20% also 1054 Gramm Chlorverbindungen. Nach Muncke beträgt dies jährlich etwa 120 Tonnen. Franzensbad mit 5000 Gramm per Kubikmeter und 21% Chlorverbindungen dürfte ungefähr 60 Tonnen, Bilin mit 5000 Gramm per Kubikmeter und 7% Chlorverbindungen etwa 5 Tonnen ausmachen. Man wird nicht weit fehlen, wenn man, die übrigen nur gering salzhältigen Quellen inbegriffen, die Chlorverbindungen der böhmischen Mineralwässer jährlich auf 200 höchstens 300 Tonnen schätzt. Und wenn man annimmt, dass sowohl diese, als auch die aus dem Salzconsum und aus der Fabriksindustrie stammenden Substanzen unverändert in die Elbe gelangen, so würde dies etwa 8300 Tonnen, also erst ein Drittel der durch die Elbe abfliessenden Chlorverbindungen ausmachen. Wir kommen also auch auf diesem Wege zu der Annahme einer anderen, unerschöpflichen, sich stets erneuernden Quelle der Chlorverbindungen. Nun kennen wir aber keine andere solche Quelle, welche so ansehnliche Quantitäten liefern könnte, als das Meer.

Wir haben gesehen, welche Schwierigkeiten es hat, den Salzgehalt der abgeschlossenen Becken durch die Annahme einer unmittelbaren Verbindung mit dem Meere zu erklären, und wie

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

wenig man die Frage löst, wenn man diesen Salzgehalt von älteren Salzablagerungen ableitet. Unterirdische Communicationen mit dem Meere anzunehmen, ist gänzlich unmotivirt, und so bleibt nichts Anderes übrig, als die Erklärung eines Transportes durch die Atmosphäre zu versuchen.

Die Sache ist übrigens nicht so unwahrscheinlich, wie sie vielleicht im ersten Augenblicke erscheinen mag. Der Salzgehalt der Seeluft ist eine Thatsache, mit welcher die Ärzte schon lange rechnen. Durch den Wellenschlag, von den Vorgängen auf bewegter See zu schweigen, wird das Meerwasser in die feinsten Theilchen zerschlagen, und diese können ebenso gut fortgerissen werden, wie feinvertheilte feste Körper, von denen es bekannt ist, dass sie auf ansehnliche Distanzen von der Atmosphäre transportirt werden. Wenn die aus dem Meere stammenden Wasserdämpfe, welche Salztheilchen mit sich fortgerissen haben, am Lande niedergeschlagen worden, so gelangt ein kleiner und ziffermässig vielleicht schwer zu bestimmender Salzgehalt auf das betreffende Gebiet. Ein Theil davon gleitet über die Oberfläche sofort in die tiefsten Linien des Terrains, in die Bäche und Flüsse, ein anderer Theil versenkt sich in das Gestein, circulirt in demselben und kommt schliesslich ebenfalls in die Entwässerungscanäle des Gebietes. In offenen Becken gelangen diese Substanzen bald ins Meer zurück, in abgeschlossenen Becken aber werden sie zurückgehalten, häufen sich an und werden bei fortschreitender Verdampfung durch die Concentration der Lösungen bald merkbar. Schliesslich müssen Zustände herbeigeführt werden, wie wir sie in jedem der abgeschlossenen Becken zu beobachten Gelegenheit haben.

Dieser Erklärung gemäss, könnte man also füglich von einem atmosphärischen Salze sprechen, und die Analysen der atmosphärischen Niederschläge müssten auch diese Salzquantitäten nachgewiesen haben. Mir ist nur eine einzige Regenwasseranalyse mit Chlornatriumbestimmung von A. Bobierre[1] bekannt geworden, der das 1863 in Nancy gefallene Regenwasser untersuchte. In einem Kubikmeter des in zwei verschiedenen Höhen

[1] Compt. rend., LVIII, pag. 755. Bull. Soc. Chim. LIV, pag. 467 Chem. Centralbl. 1864, pag. 914.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

aufgefangenen Wassers waren im Mittel von 12 monatlich vorgenommenen Proben enthalten:

	bei 7 M.	bei 47 M.
Ammoniak	5·939 Gramm	1·997 Gramm
Salpetersäure	5·682 „	7·360 „
Chlornatrium	13·800 „	14·090 „

Aus diesen Daten ist ersichtlich, dass Chlornatrium der einzige Bestandtheil ist, der sich nicht in der Luft selbst bilden kann, ferner, dass die Höhe, in der man den Regen aufgefangen hat, keinen Einfluss auf seine Menge hatte, und schliesslich, dass er die überraschend grosse Zahl von 14 Gramm repräsentirt, welche zwanzig Mal so gross ist, als für die Erklärung des Salzgehaltes der Elbe nothwendig ist. Die 24.000 Millionen Kubikmeter betragende Niederschlagsmenge mit dem Salzgehalte von 17.000 Tonnen unerklärtes Plus würde nämlich einem Halte von 0·7 Gramm per Kubikmeter entsprechen. Nimmt man die gesammte in der Elbe nachgewiesene Kochsalzquantität von 25.320 Tonnen in die Rechnung, so erhalten wir den Halt des Niederschlages von 1 Gramm per Kubikmeter.

Der Salzgehalt des Regenwassers wird natürlich nach der Lage des betreffenden Gebietes gegen die See local verschieden sein, aber selbst in einer und derselben Localität wird er von der Richtung des Windes, welcher den Niederschlag brachte, von der Jahreszeit und von vielen anderen Nebenumständen abhängen.

Durch die Annahme eines salzhaltigen atmosphärischen Niederschlages erklären sich manche Erscheinungen auf eine ganz ungezwungene Weise, deren Erklärung sonst grosse Schwierigkeiten verursacht hat.

Wir begreifen sofort die Ursache der Verbreitung geringer Kochsalzquantitäten in Quellen, Flüssen, sowie auch in Gesteinen. Nehmen wir z. B. an, der Niederschlag in Böhmen hätte 1 Gramm per 1 Kubikmeter betragen, so concentrirt sich dieser bei der Verdampfung auf ein Viertel auf 4 Gramm per Kubikmeter. Denselben Verdampfungscoëfficient für den bei Nancy gefallenen Niederschlag angewendet, würde sich in den das Terrain ent-

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

wässernden Flüssen eine auf 56 Gramm per Kilometer concentrirte Salzmenge finden. Dieses Verhältniss ist aber bereits im Stande, den Salzgehalt sämmtlicher Flüsse und zahlreicher Mineralquellen zu erklären, ohne dass es nöthig wäre, den Einfluss des Salzconsums oder eine unmittelbare Berührung mit dem Meerwasser anzunehmen.

Die grössten Quantitäten von Chlorverbindungen in Flüssen wurden gefunden in der Bièvre bei Paris nach Colin mit 121 Gramm, in der Exe bei Exter nach Herapath mit 60 Gramm, im Rio grande del Norte nach O. Loew mit 59 Gramm, in der Themse bei Greenwich nach Bennett mit 44 Gramm, in der Elbe bei Hamburg nach G. Bischof mit 39 Gramm per Kubikmeter Flusswasser. (Die Flüsse der abgeschlossenen Becken bedürfen wohl keiner Erklärung. Der Salzgehalt derselben ist z. B. im Uralflusse nach Mehner 3730, in der Charysacha nach Göbel 45850, Gorkij Jerik nach Göbel 20550. Ein in den Indersk-See sich ergiessender Salzbach nach Göbel 28300, Jordan in Palästina nach Boutron-Charland und Henry 775 Gramm per Kubikmeter.)

Von obigen Flüssen ist wohl die Bièvre bei Paris als Ausnahme zu betrachten; der hohe Salzgehalt, in welchem 109 Gramm Chlorcalcium und Chlormagnesium und bloss 12 Gramm Chlornatrium begriffen sind, findet durch die Nähe eines Fabriksetablissements seine Erklärung. Die übrigen angeführten Daten betreffen Flüsse in der Nähe ihrer Mündung ins Meer, und für die Bestimmung des Salzgehaltes der Themse hat G. Bischof,[1] dem ich die meisten dieser Daten entnehme, den hohen Halt auf die Vermischung mit dem Meerwasser zur Zeit der Fluth zurückzuführen gesucht. Trotzdem diese angeführten Halte die höchsten Ziffern von allen mir bekannten Analysen von Flusswässern zeigen, so liegen sie dennoch nicht weit von der Grenze entfernt, welche die Annahme eines durch die Verdampfung concentrirten, salzhaltigen Regenwassers ergibt. Überdies werden in Küstengegenden beträchtliche Salzmengen durch die Seebriesen auf das Festland gebracht, und müssen schliesslich auch in die Flüsse gelangen.

---

[1] Lehrbuch der chem.-phys. Geologie. I. 267.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Viele, besonders kalte Mineralquellen haben keinen grösseren Halt an Chlorverbindungen, der sich nicht aus der Concentration des atmosphärischen Salzniederschlages ableiten liesse.

Anders verhält es sich mit den heissen und warmen Mineralquellen, welche, wie z. B. Karlsbad, 1054 Gramm Chlorverbindungen im Kubikmeter enthalten. Will man hier keine unbekannten unterirdischen, unerschöpflichen und räthselhaften Salzvorräthe vorausgehen, so muss man, wie es sich wohl von selbst versteht, annehmen, dass bei der ihnen eigenen Temperatur eine Verdampfung des Lösungsmittels, und folglich auch eine Concentrirung der Lösung stattfinden müsse. Nachdem sich alle übrigen Bestandtheile der Mineralquellen aus theilweise bereits experimentel nachgewiesenen Gesteinszersetzungen ergeben, so ist obige Erklärung geeignet, eines der grössten Räthsel aus diesem Gebiete zu beseitigen.

An dieser Stelle muss ich wohl die mit vulkanischen Processen in Verbindung auftretenden Chlorverbindungen erwähnen, welche Veranlassung waren, dass man Salzlagerstätten für Sublimationsproducte der Vulcane erklärte. Die chemische Analyse zeigte, dass es ein ganz anderes Salzgemisch sei, als jenes der salinaren Bildungen, und dass namentlich das Verhältniss des Chlorkaliumgehaltes auf keiner Salzlagerstätte vorkommt. Aus der Zusammenstellung, die über diesen Gegenstand G. Bischof gemacht hat, dürfte evident hervorgehen, dass das vulkanische Salz kein Sublimationsproduct sei, sondern die Wirkung der salzsauren Dämpfe auf das feldspathhaltige Gestein repräsentire. Die Gegenwart von Chlorverbindungen im Innern des vulkanischen Heerdes, wo daraus unter Mitwirkung von Wasserdampf und Glühhitze Salzsäure entwickelt werden kann, wird abermals am leichtesten und ungezwungensten aus atmosphärischen salzhaltigen Niederschlägen abgeleitet. Diese Erklärung wird allerdings Jene nicht befriedigen, welche die Vulkane als „*Dii ex machina*“ in Anspruch nahmen; allein es dürfte doch von Werth sein, eine allen Vulkanen zu statten kommende Salzquelle zu besitzen, statt, wie er früher nothwendig war, eine Verbindung mit dem Meere oder die Existenz von tiefliegenden Salzlagerstätten annehmen zu müssen.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

In offenen Becken wandern die atmosphärischen Niederschläge sammt den in ihnen ursprünglich vorhanden gewesenen, sowie den auf ihrer Circulation an der Oberfläche und durch das Gestein nachträglich aufgenommenen und vielfach veränderten Substanzen wieder ins Meer zurück. Wir haben Gelegenheit gehabt, sie trotz der Geringfügigkeit ihrer Menge in zahlreichen Stadien ihrer Wanderung zu bemerken, und man wird sie gewiss noch viel verbreiteter finden, wenn man sich die Mühe nehmen wird, nach ihnen zu suchen. Ganz anders ist es in abgeschlossenen Becken, da häufen sie sich derart an, dass sie Jedermann auffallen müssen. Es ist ein ganz allgemeines Gesetz, dass die abgeschlossenen Becken bald „versalzen"; nur war man nicht im Stande, davon eine gleich allgemeine Ursache anzugeben, und suchte die Erklärung in vorwaltend localen Verhältnissen.

Die salinaren Erscheinungen in den westamerikanischen Wüstenbecken sind, wie wir gesehen haben, äusserst mannigfach. In einem Theile dieses Gebietes in Südcalifornien ging die Versalzung in einem nachweisbarermassen abgetrennten Meeresarme vor sich, während die Höhenlage des weitaus grösseren Theiles dieses Gebietes, jede unmittelbare Verbindung mit dem Meere ausschliesst. Hier kann nur ein Factor, der von den Niveauverhältnissen ganz unabhängig ist, Aufklärung bringen, wie dies eben bei der Annahme eines Salztransportes durch die Atmosphäre der Fall ist. Dasselbe gilt aber auch für die übrigen hochgelegenen abgeschlossenen Becken mit den gleichen salinaren Erscheinungen, dem Gebiete des Urmiah-Sees in Persien, welcher eine analoge Höhe von etwa 1300 Meter über dem Meere hat.

Wenn wir die Zahlen, welche wir über den Salzgehalt der atmosphärischen Niederschläge besitzen, näher betrachten, so finden wir, dass sie zwar an und für sich nur verhältnissmässig geringe Grössen repräsentiren, dass aber die Wirkungen über grosse Flächen ausgebreitet sind, und dass hier ihre Summirung ganz überraschende Resultate zur Folge haben muss. Wenn man sich z. B. das Becken von Böhmen abgeschlossen denkt, so würde jedes Jahr eine Salzmenge von 25.000 Tonnen darin zurückbehalten bleiben, wenn man sich zu dem 50.000 Quadratkilometer grossen böhmischen Becken den Niederschlag von

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Nancy denkt, so kämen sogar 700.000 Tonnen Salz jährlich zum Niederschlag. Der Salzgehalt des grossen Salzsees in Utah berechnet sich auf 4.000,000.000 Tonnen, und wenn in Böhmen der obige Niederschlag zurückbliebe, wären zur Ansammlung desselben bis zu der Grösse des durch den Grossen Salzsee repräsentirten Salzquantums etwa sechs Jahrtausende nothwendig, eine, vom geologischen Standpunkte betrachtet, gewiss nicht übermässig grosse Zahl. Die geringen, dem Meere entrissenen und durch den atmosphärischen Niederschlag auf ein abgeschlossenes Becken übertragenen Salztheilchen vermehren sich mit der Länge der Zeit zu Quantitäten, aus denen man die grossartigsten Salzablagerungen ableiten kann. Der auf die Fläche des abgeschlossenen Beckens fallende salzige Niederschlag sammelt sich an den tiefsten Punkten des Terrains, und es bilden sich da, besonders wenn die Verdampfung die Niederschlagsmenge überwiegt, in verhältnissmässig kurzer Zeit Salzseen, die bei der fortschreitenden Concentration die Reihe von Substanzen fallen lassen, wie sie bei künstlicher Abdampfung des Meerwassers erhalten werden, welche sich in Stassfurt so wunderbar conservirt haben, und welche sich auch in Kalusz vertreten finden.

Wie es sich in Westamerika mit den Mutterlaugensalzen verhält, ist durch die bisherigen Studien noch nicht aufgeklärt. Die Salzgewinnung in Nevada geschieht vorzüglich zu Zwecken der Amalgamation und Chlorisirung der Erze, und da hier der Chlorgehalt massgebend ist, hat man noch nicht Veranlassung gefunden, die Salzabsätze näher zu untersuchen. Der geologische Bericht über die Expedition von Cl. King, welche die vorzüglichsten salinaren Erscheinungen in Nevada berührt hat, ist noch nicht publicirt. Der Chemiker der Wheeler'schen Expedition, Dr. O. Loew, begegnete aber unter Anderen auch kleinen, bereits eingedampften Salzseen, ausserhalb des eigentlichen Wüstenbeckens und in diesen zeigten sich, wie folgende Analysen andeuten, in der That ansehnliche Mengen von Mutterlaugensalzen.[1]

---

[1] Wheeler's Explorations etc. III. Volum, pag. 627.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

	Salzabsatz bei Sandia Mountains N.-Mex.	Salzabsatz bei Sunset Crossing Ariz.
Chlornatrium.....	82·57	78·79
Chlormagnesium....	5·88	12·16
Chlorcalcium.....	—	5·48
Schwefelsaur. Natron	6·89	—
Schwefelsaurer Kalk	—	3·07
Wasser und Verlust .	4·66	0·50
	100·00	100·00

Ältere Steinsalzablagerungen ausserhalb des Wüstenbeckens sind bloss von Utah bekannt, gehören höchst wahrscheinlich der Trias an, und finden sich, so viel darüber bekannt geworden ist, allerdings im Bereiche der Bonneville-Uferlinie. Die Trias nimmt aber innerhalb des Wüstenbeckens keinen grossen Antheil am Gebirgsbaue, und was davon in den einzelnen aus der Wüstenflächen hervorragenden Gebirgszügen gefunden wurde: die alpine Ausbildung mit Hallstädter Petrefacten, enthält keine Salinarabsätze. Diese Letzteren kommen in einer ganz anderen Facies in Begleitung der rothen Sandsteine erst ausserhalb des Wüstenbeckens zur Entwicklung. Was davon in das Wüstenbecken eingreift, kann wohl den Salzgehalt des Utahbeckens vermehrt haben, keineswegs kann es aber als Ursache des Salzgehaltes der übrigen Theile des Wüstenbeckens betrachtet werden.

Das Meer kann höchstens in dem tiefgelegenen südcalifornischen Wüstenbecken unmittelbaren Antheil an der Salzbildung genommen haben, und da können Verhältnisse, in gewisser Beziehung jenen von Wieliczka analog, vorausgesetzt werden. Wie aus den Arbeiten von Unger, Stur und Reuss hervorgeht,[1] sind in dem Salzstocke von Wieliczka Süsswasserschnecken; bituminöses Holz, verschiedene Landpflanzen und parallel den von Bibern abgenagten Holzscheitern des Sevier-Sees, von Eichhörnchen abgenagte Fichtenzapfen gefunden

[1] Unger, Die Pflanzenreste von Wieliczka. Denkschriften der k. Akad. 1850.

Stur, Verhandl. d. k. k. geolog. R.-Anstalt. 1873, p. 6.

Reuss, Die fossile Fauna von Wieliczka. Sitzungsber. der k. Akad. LV. 1867. I. Abth.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

worden, welche auf die Existenz von Süsswasserzuflüssen in das abgeschlossene Becken der nordwestkarpathischen Region oder in den einstigen Salzsee von Wieliczka schliessen lassen. Nun finden sich aber in denselben Ablagerungen, und zwar in Gesellschaft der Pflanzen und Süsswasserfossilien Reste von marinen Organismen in ziemlicher Menge und Mannigfaltigkeit. Diese Erscheinung zu erklären, ist nicht so leicht, wie man sich vielfach vorgestellt hat. Haben die Thiere in dem Becken, in dem wir sie abgelagert finden, wirklich gelebt, oder sind sie eingeschwemmt worden, und im letzteren Falle, sind sie unmittelbar aus dem Meere, oder aus einer älteren marinen Ablagerung hereingekommen?

Was die erste Annahme betrifft, so wissen wir nur so viel, dass sich in keinem der amerikanischen Salzseen, selbst wenn ihre Concentration noch weit von dem Sättigungspunkte entfernt ist, ein organisches Leben vorfindet, wenn man von Larven einiger den Strand bewohnenden Insecten und von Süsswasser-Crustaceen von bekannter Accommodationsfähigkeit abstrahirt. Es ist vorwaltend eine Species der Fliegengattung Ephydra, welche massenhaft an den Salzseen auftritt und deren Larven, gesammelt und getrocknet ein den Namen Koo-chah-bee führendes Nahrungsmittel der Indianer liefert. Ferner soll auch die Crustaceengattung Artemia in ebenfalls grossen Massen in den obersten Schichten des grossen Salzsees, gewissermassen in auf dem starkgesalzenen Wasser schwimmenden Strömungen von gemischtem und schwächer gesalzenem Wasser angetroffen werden.[1]

Inwieweit Meeresthiere ein concentrirteres Salzwasser vertragen, darüber müssten aus den Limanen Südrusslands und den künstlichen Meeressalinen eher Daten aufzubringen sein. In einer bis zur anfangenden Absonderung des Chlornatriums, also auf 26% concentrirten Soole ist aber kein organisches Leben möglich.

---

[1] A. G. Paikard, Insects inhabiting. Great Saltlake and other saline or alkaline lakes in the West. Hayden's, Sixth. An Rep. of the U. S. Geol. Survey, p. 743.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Die untersten bekannten Salinarabsätze Wieliczka's sind die sogenannten Szybiker Anhydrit- und Salzschichten. Aus diesen sind überhaupt keine Petrefacte bekannt, denn diese treten erst in dem darüber liegenden Horizonte des Spisa-Salzes auf, und sind jedenfalls zu einer Zeit hineingerathen, wo das Wasser des Sees bis zum Sättigungspunkte des Chlornatriums concentrirt war. Dass in dieser Flüssigkeit 80 verschiedene Gattungen von Seethieren gelebt hätten, ist wohl eine Unmöglichkeit, und man muss sie, wie dies bereits von Reuss geschehen ist, für Producte der Einschwemmung erklären.

Am nächsten liegt die Annahme, sie aus dem Meere abzuleiten, da muss man aber eine, wenn auch zeitweilige und vorübergehende Communication mit dem Meere zugestehen und eben dieses hat seine gewissen Schwierigkeiten. Da sich die Meerespetrefacte in verschiedenen Horizonten finden, so müsste diese Communication in verschiedenen Stadien der fortschreitenden Bildung der Salzabsätze wiederholt stattgefunden haben. Während wir, gestützt auf das Studium der Jetztvorgänge einerseits ein vom Meere abgeschlossenes Becken, dessen tiefste Stellen von Salzseen eingenommen werden, annehmen mussten; ist hier andererseits nothwendig, diese Abgeschlossenheit gegen das Meer zeitweise aufzuheben und eine Strömung landeinwärts zu gestatten, welche die Meeresthiere aus ihrem ursprünglichen Medium in das Salzseebecken transportirte. Diese Strömung musste sogar ziemlich stark sein, nachdem sie einen 8 Centimeter langen und 4 Centimeter dicken Körper einer Anthozoe (*Charyophyllia Salinaria* Rss.) zu tragen hatte. Das sonst abgeschlossene Becken müsste gegen das Meer zu, wie sich Reuss den Vorgang vorstellte, nur verhältnissmässig niedere Dämme gehabt haben, so dass eine Überfluthung zur Zeit hoher und stürmischer Meeresfluthen möglich wurde, ein Zustand, für welchen wir, ausser den seichten Limanen und den sogenannten Lagunes, Étanges Haffs und den Karabugas ähnlichen Erscheinungen, keine Analogie in der Jetztwelt kennen. Diese in verschiedenen Gegenden unter verschiedenen Namen bekannten Bildungen sind aber durch Dämme abgetrennte Theile des Meeres bei flachen Küsten und allmälig abfallendem Meeresgrunde, können mithin keine grössere Tiefe haben, und sind theils durch den vom

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Lande her eingeschwemmten Detritus, theils durch den durch die Fluth von der See her eingeführten Sand dem Ausfüllungsprocesse unterworfen. Ein grosser Theil der flachen Küsten entstand aus solchen Limanen, wie ihre Zusammensetzung aus Strandsand mit eingeschlossenen recenten marinen Resten beweist.

In derartigen seichten Becken konnte sich nicht der Wieliczkaer Salzabsatz, der doch wenigstens 200 Meter mächtig angenommen werden muss, heranbilden. Es bleibt nur noch übrig, ein tiefes, unter den Meeresspiegel reichendes Becken, wie es z. B. das Jordanbecken in Palästina und das südcalifornische Wüstenbecken ist, anzunehmen, um dem 200 Meter mächtigen Absatze den nöthigen Raum zu schaffen. Wie wollte man den Wechsel der zeitweiligen Abgeschlossenheit von, — und der zeitweiligen Verbindung mit — dem Meere damit in Zusammenhang bringen? Wir sehen, dass wir auf diesem Wege, wenn wir unserer Phantasie durch die Beachtung der Jetztvorgänge Schranken setzen, in Widersprüche verwickelt werden.

Trotzdem Reuss die Einschwemmung der marinen Organismen in das abgeschlossene Becken zugesteht, so nimmt er doch an, dass einige Thierclassen, so z. B. die Foraminiferen und Ostracoden, sich dem concentrirteren Seewasser accommodirend, eine Zeit lang da fortzuleben vermochten, während andere Thierclassen, welche gegen die Einwirkung des Salzes am empfindlichsten waren, z. B. die Mollusken, plötzlich absterben mussten. Aus diesem Umstande suchte er die weitere und gleichmässigere Verbreitung der ersteren Thierclassen in sämmtlichen salinaren Ablagerungen, und das Auftreten der Mollusken an vereinzelten Stellen im Salzthone, aber in sehr grosser Individuenzahl zu deduciren. Die eben erwähnte grössere Accommodationsfähigkeit der Foraminiferen und Ostracoden soll auch die Ursache der normalen Verhältnisse sein, die man an den Wieliczkaer Resten in Betreff des Wachsthums, ihrer Entwicklung in Grösse und Form beobachtet. Hingegen sollen die Spuren eines störenden Einflusses an den gefundenen Conchiferen und Gasteropoden desto deutlicher hervortreten. Die vorwaltende Kleinheit der gefundenen Schalen deutet darauf hin, dass man es theilweise mit junger Brut zu thun habe, welche, plötzlich in ein

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

dem Leben feindliches Medium versetzt, entweder rasch abstarb, oder wenigstens verkümmerte. Diese Einwirkung soll aber nicht auf alle Arten gleich intensiv gewesen sein, denn die Schalen mancher, z. B. *Nucula nucleus* stehen an Grösse den in anderen Gegenden vorkommenden Exemplaren nicht nach. Diese Mollusken mit normal ausgebildeter Schale sollen eben im entwickelten Zustande aus dem nachbarlichen Meere in das salzige Becken versetzt worden sein.[1]

Diese Ansichten sind offenbar von der für allein möglich gehaltenen Erklärung des directen Ursprunges des Salzes aus dem Meere beeinflusst, darum wird darin auf die Vergesellschaftung derselben mit Süsswasserschnecken, Landpflanzen und brakischen Fossilien mit marinen Petrefacten kein besonderes Gewicht gelegt, und doch ist die gleichzeitige Ablagerung der Organismen so verschiedener Medien ein sehr wichtiger Factor bei der Erklärung der damaligen Vorgänge.

Hiezu kommt noch das Vorkommen einiger Molluskenspecies in Wieliczka, welche anderwärts die sarmatischen Stoffe charakterisiren, *Bythinia Frauenfeldi* Hörn. und *Errilia podolica* Eichw. Nachdem Reuss das Alter der Salzbildung durch die Vergleichung der marinen Petrefacten mit jenen des Wiener Beckens als dem Badner Tegel und dem Leithakalke entsprechend bestimmt hat, so ist das Auftreten dieser ein höheres Niveau charakterisirenden Petrefacte mit dieser Bestimmung nicht leicht in Einklang zu bringen.

Diese Räthsel werden aber am besten durch die Annahme erklärt, dass die marinen Petrefacten aus bereits fertigen, also älteren Ablagerungen durch die Zuflüsse des Salzsees ausgewaschen und eingeschwemmt wurden. Man begreift dann sofort, die gleichmässige Verbreitung der kleinen und gleichmässigen Körperchen der Foraminiferen, sowie den massenweise erfolgten Absatz der gröberen Reste von Mollusken, die Vermischung mit Süsswasserschnecken und Landpflanzen, sowie das Vorkommen von charakteristischen sarmatischen Petrefacten. Dieser Auffassung gemäss, wäre die Salzbildung jünger, als das

[1] Reuss, l. c. pag. 35 und 36.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

geologische Niveau der in dieselben eingeschlossenen Petrefacte und erfolgte an den tiefsten Stellen des abgeschlossenen, vom Meere bereits verlassenen Beckens.

Die Verhältnisse des Zusammenvorkommens der Petrefacten, sowie die der Lagerung müssten dieser Annahme entsprechen.

In ersterer Beziehung bat ich Herrn Th. Fuchs, der sich seit längerer Zeit mit dem Studium der marinen Faunen-Facies beschäftigt, um sein Urtheil in dieser Sache, und erfuhr, dass die marinen Petrefacten von Wieliczka eine zusammengehörende Gesellschaft vorstellen, wie sie ausser dem Gyps von St. Katharein bei Troppau dem Schlier von Ottang etc. besonders in Italien vielfach entwickelt ist. Die Schlierfauna mit ihren dünnen zarten Molluskenschalen, häufigen Pteropoden, Einzeln-Korallen etc. repräsentirt nach Th. Fuchs eine wahre Tiefseebildung, aber gerade dieser Umstand lässt darauf schliessen, dass diese Fauna unmöglich in einem abgeschlossenen Salzwasserbecken leben konnte.

Herr Th. Fuchs war so freundlich, einige in der Sammlung des k. k. Hofmineraliencabinetes vorfindlichen Originalexemplare der Reussischen Bestimmungen aufzusuchen. Sämmtliche, sowohl im Steinsalze als auch im Salzthone eingeschlossenen Reste, zeigen keine Spur des thierischen Körpers. In anderen Sedimentlagen mag dies ganz selbstverständlich erscheinen, aber mitten in dem die Fäulniss und Verwesung so ausgezeichnet hemmenden Medium, in einer Salzlagerstätte, in welcher sich die pflanzliche Substanz so oft zu erhalten vermochte, muss dies doch auffallen. Daraus würde ich schliessen, dass diese Organismen nicht nur im todten, sondern sogar in einem Zustande in den Salzsee gelangt sind, wo die organische Materie bereits vollständig beseitigt war. Bei *Solenomya Doderleini* May lagen beide Schalen aufgeklappt nebeneinander, es war also die Schliessmuskel noch nicht ganz zerstört.

Zertrümmerung und Abrundung zeigt sich wohl an zahlreichen Resten; hingegen ist der Erhaltungszustand einiger geradezu überraschend; so ist die Schuppung der Rippen von *Pecten scabridus* Eichw. aus dem Salzthon und die feinen Zellenwände der Koralle *Caryophyllia salinaris* Reuss aus dem Salze wunderbar gut erhalten. Dieser gute Erhaltungszustand einiger

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Petrefacte bestimmte Reuss[1] zu der Äusserung, dass das Salz sammt den begleitenden Mineralsubstanzen in dem Meerwasser gelöst war, aus diesen gleich den organischen Resten abgesetzt worden, und daher nun das nach dem Verdunsten des Wassers übriggebliebene Residium repräsentire. Der gute Erhaltungszustand einzelner Fossilreste kann aber durch verschiedene andere Umstände ebenfalls erklärt werden, ohne dass man zu der Ableitung unmittelbar aus dem Meere greifen müsste, und wenn mehrere andere Gründe dagegen sprechen, so darf dieser Grund nicht ausschliesslich unser Urtheil befangen. Nehmen wir an, dass die Reste ursprünglich, wie es scheint, in einem feinen Schlier eingebettet waren, so konnte der mit den Petrefacten gleichzeitig transportirte Schlamm gewissermassen schützend gewirkt haben.

Übrigens finden sich ja ganz zarte Land- und Süsswasserschnecken in den amerikanischen Salzseen in einem ebenfalls ausgezeichneten Erhaltungszustand, trotzdem sie durch die Flüsse auf beträchtliche Distanzen transportirt wurden.

Was die Lagerungsverhältnisse von Wieliczka betrifft, so liegen leider noch keine publicirten Detailstudien über diese berühmte Localität vor. Die Abhandlung von Hrdina,[2] obgleich aus dem Jahre 1842 stammend, ist meines Wissens die einzige Publication, welcher nach dem Massstabe ausgeführte Bilder beigegeben sind, und die für die Beurtheilung der factischen Lage der älteren Aufschlüsse eine grössere Wichtigkeit hat. Prof. Suess hat die Existenz der von dem Nordrande der Alpen und Karpathen verlaufenden Antiklinallinie in Wieliczka nachgewiesen.[3]

Gelegentlich des Wasserdurchbruches 1868 ist von Foetterle[4] eine Profilskizze publicirt worden, welche mit der Hrdinai'schen auf factische Vermessung basirten Zeichnungen nicht übereinstimmt. In dem Profile von Foetterle erscheint, statt drei Falten mit südgeneigten Achsen, ein einfaches Gewölbe,

---

[1] L. c. pag. 30.

[2] J. M. Hrdina, Geschichte der Wieliczkaer Saline. Wien 1842.

[3] Sitzungsber. der k. Akad. Math.-nat. Classe, 1868.

[4] Verhandl. der geol. Reichs-Anstalt. 1868, pag. 421.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

wobei die drei Schichtencomplexe des Szybiker, Spizaer und Grünsalz Horizontes, sowie den sogenannten Hangendtegel nordfallend und durch Sand concordant überlagert dargestellt sind. Dieser Sand wird von Foetterle mit dem marinen Sande identificirt, der an dem Rande der Hügel gegen die Weichselebene ansteht und durch Löss überlagert wird. Dieses Verhältniss würde allerdings die Erklärung sehr compliciren, denn man müsste annehmen, dass nach der Ablagerung des Grünsalzes und des sogenannten Hangendtegels abermals das Meer in das Salzbecken einbrach.

Über die Decke der Wieliczkaer Salzablagerung geben nach Hrdina die 1790 durch den Joseph- und die 1832 durch den Kaiser Franz-Schacht durchgefahrenen Schichten Aufschluss. Wenn man der ziemlich umständlichen Beschreibung der einzelnen Schichten eine geologische Deutung geben soll, so stellt sich heraus, dass unter der Dammerde 4·5 Mt. Löss, sodann eine ungleich mächtige Lage von Triebsand oder Kurzawka, und sodann 7·5 bis 35·0 Meter, beziehungsweise 6·5 bis 30·0 Meter ein durch Granit und Karpathensandstein-Fragmente charakterisirter Schichtencomplex, wie wir ihn etwa im eratischen Diluvium anzutreffen pflegen, durchgefahren wurde. Darunter folgte das Salzgebirge, und zwar zuerst der Halda genannte regenerirte Salzthon, und weiter auf beiden Punkten die oberste Grünsalzregion. Der über die ganze Niederung verbreitete und wohlbekannte Triebsand lässt sich also nicht mit den erwähnten marinen Sanden identificiren.

Nun erwähnt Hrdina in seinem Werke auch Sandschichten im Liegenden der tiefsten Anhydritlage des Szybiker Schichtencomplexes, und ergeht sich über ihre Wasserlässigkeit, sowie über die Gefahr, welche sie, wenn angefahren, stets der Grube brachten. In seinem Profile sind diese Schichten auch überall als die liegendste Partie der bekannten Schichtencomplexe eingezeichnet. Diesem zufolge hätten wir wasserführende Sandschichten, abgesehen von der Triebsandschichte, sowohl im Hangenden, als auch im Liegenden der Salzlagerstätte anzunehmen, was wohl nicht möglich ist, denn wie könnte sich eine von wasserlässigen Sanden umschlossene aus auflöslichen Substanzen bestehende Lagerstätte zu erhalten vermögen! Die Gegenwart des Sandes im Liegenden ist durch den Grubenbau mehrfach

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

constatirt worden, und die gleichzeitig angefahrenen ungesättigten Wässer bilden ebenso viel unangenehme Merkzeichen in der Geschichte der Saline. Auch darüber, dass es das wirkliche Liegende ist, in welchem sie auftreten, kann bei dem Anblicke des Hrdinaischen Profiles kein Zweifel obwalten. Anders verhält es sich mit den angeblichen Hangendsanden, welche die unglückliche Katastrophe von 1868 veranlasst haben. Hier ist es rein nur die Sache der Hypothese, sie für Hangendschichten, oder strieter gesprochen, für die auf die Salzablagerung gefolgte Bildung zu erklären.

Ich habe Wieliczka nur von dem Wassereinbruche und zwar nur flüchtig berührt, und muss mich ganz an das darüber Veröffentlichte halten. Die Anfahrung der fraglichen Sandschicht erfolgte bekanntlich in dem 208·5 Mt. unter der Erdoberfläche liegenden vom Regis- oder Franz Joseph-Schachte ausgehenden nordgerichteten Kloski-Querschlage im 237 Mt. seiner Länge. In dem Hrdinaischen Profile finden wir sowohl die beiden in 66 Mt. und 218 Mt. durchgefahrenen Spizasalzlagen, als auch sämmtliche in den Querschlägen von Kloski, Coloredo, Walczyn, Modena und Carolina angefahrenen Grünsalzkörper in einer steil nach Süd fallenden Lagerung. Im Feldorte des damals 206 Mt. langen Kloski-Schlages erscheint ebenfalls mit steilem Südfalle ein dunkelgraues bituminöses Schiefergestein verzeichnet. Dieses sowohl, als auch das 31 Mt. weiter nördlich i. J. 1868 angefahrene sandige wasserführende Gestein, würde somit dem Liegenden entsprechen, und würde folglich mit den übrigen unbezweifelbaren die Unterlage der Szybiker Salz- und Anhydrit-Schichten bildenden sandigen Lagen in Verbindung gebracht werden müssen. Diesen auf markscheiderische Vermessung basirten und von einem viele Jahre mit dem Studium der Lagerungsverhältnisse beschäftigten Localbeamten gelieferten Daten müssen wir wohl so lange Vertrauen entgegenbringen, als die Unrichtigkeit dieser Beobachtungen gründlich widerlegt wird. Wenn nun Foetterle die Fallrichtung der Schichten in dieser Gegend, ohne es näher zu motiviren, gerade entgegengesetzt annimmt, so bin ich keinen Augenblick darüber in Zweifel, an wessen Angaben ich mich halten soll. Kurz ich muss die im Feldorte des Kloski-Schlages angefahrenen Sande für die Unterlage der Salzbildung erklären,

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

und im Falle sie mit den weiter nördlich an der Krakau-Wieliczka-Eisenbahn anstehenden, Ostreen, Cerithien, Cardien etc. enthaltenden und Äquivalente des Leithakalkes, der Pötzleinsdorfer oder Neudorfer Sande vorstellenden Schichten zusammenhängen, würden sie einfach den Boden des abgeschlossenen Beckens vorstellen, auf welchem sich nach dem Rückzug des Meeres die salinaren Bildungen entwickelten. Wir sehen, dass die kritische Prüfung der über die Lagerungsverhältnisse bekannt gewordenen Daten das Erscheinen der marinen Petrefacte im Salze respective die Annahme ihrer Einschwemmung aus älteren Absätzen unterstützt.

Es erschien mir nothwendig bei der Prüfung der Verhältnisse von Wieliczka länger zu verweilen, da man vielfach angenommen hat, dass gerade diese Localität für die Theorie der Entstehung der Salzlagerstätten direct aus dem Meerwasser massgebend ist. Nun haben wir gesehen, dass diese Ableitung auch hier auf zahlreiche Widersprüche stösst, wenn man von dem Grundsatze ausgeht, dass sich ein Salinarabsatz nur aus respective concentrirten Lösungen bilden kann, dies aber ein vom Meere abgeschlossenes Becken voraussetzt.

Auf eine ähnliche Art dürfte sich die Gegenwart von Meerespetrefacten in einigen anderen Salzlagerstätten erklären. Für Central-Siebenbürgen habe ich die Bedeckung der Salinarbildungen durch sarmatische Schichten nachgewiesen.[1]

Es sind die eigenthümlichen mit den bekannten Tufflagern wechselnden Salzmergel, aus denen an einigen Orten sarmatische Petrefacte bekannt geworden sind, welche das Hangende der Salzstöcke bilden. Die Unterlage der Salzablagerungen ist hingegen nirgends direct aufgeschlossen. Bloss in Désakna ist man im Liegenden des Salzlagers auf ein Gestein gestossen, welches die Deutung als Trachyttuff zulässt. Wenn man nun die am Rand des siebenbürgischen Centralbeckens auftretenden Gypse für Salinarbildungen eines und desselben abflusslosen Gebietes erklärt, in welchem etwas einwärts vom Rande die

[1] Studien aus dem Salinargebiete Siebenbürgens. 2. Abtheilung. Jahrb. der k. geol. Reichs-Anstalt 1871. XXI, pag. 175.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Chlornatriumabsätze erfolgten, so stellt sich der umgekehrte Fall ein.

Es ist nämlich, wenn auch nicht unmittelbar, das Liegende derselben bekannt, welches der charakteristische Leithakalk darstellt. Das geologische Niveau der im Hangenden auftretende Sandsteine und Mergel ist bis jetzt wegen Mangels an Petrefacten noch nicht fixirt worden.

Prof. Herepei hat behauptet, dass er Gyps im Leithakalke eingelagert gefunden habe, doch hat sich dies an de Stelle, die ich mit ihm gemeinschaftlich besuchte, nicht bestätigt.

Im Ganzen muss man in Central-Siebenbürgen den Salinarabsätzen die Position zwischen den marinen und brakischen Schichten anweisen, und sie bezeichnen sodann gewissermassen die Übergangsperiode zwischen den durch diese beiden Bildungen angedeuteten klimatischen und Niveau-Veränderungen. Die Spuren von marinen Petrefacten, welche Reuss in den von mir gesammelten Salzproben fand, und die nebst einigen Foraminiferen Species aus Fragmenten von Conchylien bestanden, lassen sich wohl viel leichter durch eine Einschwemmung aus alten marinen Absätzen als durch directe Ableitung aus dem Meere erklären.

In meiner erwähnten Arbeit über die Salzlagerstätten Siebenbürgens habe ich das Salz allerdings direct aus dem Meere abgeleitet, da ich damals von der Möglichkeit eines Transportes durch die Atmosphäre keine Kenntniss hatte, doch haben mir die Schwierigkeiten dieser Ableitung immer vor Augen geschwebt. Ich habe seit dieser Zeit vielfach über diesen Gegenstand nachgedacht, und glaube erst jetzt, nachdem ich die diesbezüglichen Jetztvorgänge im amerikanischen Westen gesehen habe, eine viel befriedigendere Erklärung geben zu können.

Freiherr v. Richthofen[1] hat in seinem soeben erschienenen Werke über China die centralasiatischen Salzsteppen mit wahrer Meisterschaft geschildert, und den Ursachen der Versalzung dieser Gebiete Aufmerksamkeit geschenkt. Er kommt zu dem Schlusse, dass das ausgedehnte Hochland im Centrum von Asien unmöglich mit einem Meere bedeckt sein konnte, dass der Versalzung jedenfalls andere Ursachen zu Grunde gelegen haben mussten. Einen

[1] China, I. Band. Berlin 1877. pag. 85.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Theil dieser Salze, so das Kalk- und Natroncarbonat leitet er aus der Zersetzung der Gesteine ab, aber über die Herkunft der Chlorverbindungen hat er seine Ansicht noch nicht geäussert. Offenbar reicht die von mir aufgestellte Theorie eines Transports der Meeressalze durch die Winde zur Erklärung der Erscheinungen in diesen Steppengebieten vollständig aus. Aber auch in einer andern Beziehung ist dieses neue Werk für diese Frage von Interesse. Freiherr v. Richthofen hat nämlich dargethan, dass die mächtigen Lössablagerungen China's und anderer Länder dem Transporte und der Ablagerung des Staubes durch die Winde ihren Ursprung zu verdanken haben, und dadurch ist auch die Wahrscheinlichkeit dargethan, dass auch Salztheilchen durch die bewegte Atmosphäre auf grosse Distanzen transportirt werden können.

Aus diesen hier angeführten Gründen glaube ich die neue Theorie der Aufmerksamkeit der Geologen, Meteorologen und Chemiker empfehlen zu können. Letztere werden bei der Vornahme von Salzbestimmungen in atmosphärischen Niederschlägen in der Lage sein, ihre Richtigkeit und Brauchbarkeit endgiltig zu entscheiden.